

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЕКОВОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУР НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МАТЕРИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОЙ ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Стоцкий В.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

*Цель исследований – оценить влияние палеоклиматического хода температур на земной поверхности на геотермический режим материнских отложений баженовской свиты юга Западной Сибири, на примере Верх-Тарского месторождения Новосибирской области. Оценка влияния векового хода температур выполнена на основе анализа результатов палеотемпературного моделирования. Использование при реконструкциях «местного» векового хода температур, построенного для южной палеоклиматической зоны, уточняет показатель плотности ресурсов.*

### Введение

Влияние векового хода температур земной поверхности (палеоклимата) на термическую историю нефтематеринских отложений подтверждается значительным количеством исследовательского материала [6]. Ученые и специалисты, занимающиеся моделированием термической истории осадочных бассейнов, принимают во внимание вековой ход температур на поверхности Земли [2 и др.]. Применяемый ими вековой ход температур можно условно назвать «стандартным», так как он не учитывает особенностей региональных палеоклиматических зон [3].

*Цель исследований – оценить влияние палеоклиматического хода температур на земной поверхности на геотермический режим баженовских отложений юга Западной Сибири, на примере Верх-Тарского нефтяного месторождения Новосибирской области. Оценка выполняется на основе анализа результатов палеотемпературных реконструкций в трех основных вариантах: 1) палеоклимат не учитывается; 2) палеоклимат учитывается по «стандартному» вековому ходу температур; 3) палеоклимат учитывается по «местному» вековому ходу температур, полученному [5] для южно-сибирской палеоклиматической зоны.*

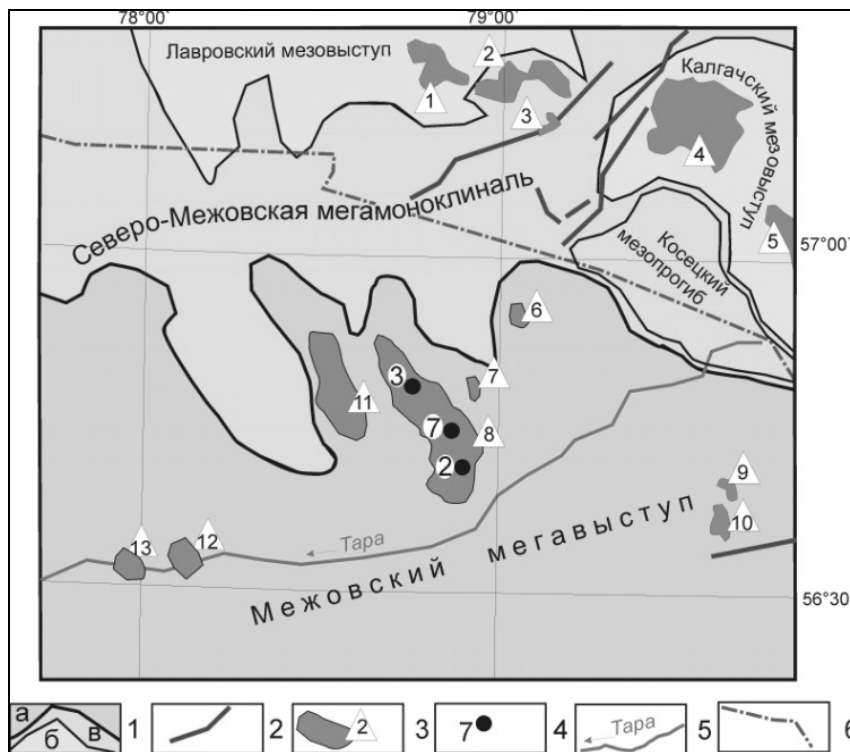
Основным критерием адекватности и предпочтительности вариантов моделируемой термической истории является лучшая согласованность максимума расчетных геотемператур с температурами «максимального палеотермометра» – температурами, определенными по отражательной способности витринита (ОСВ).

### Характеристика объекта

Моделирование палеогеотемпературных условий материнских отложений баженовской свиты выполнено для осадочного разреза глубокой скважины Верх-Тарская 7 (рисунок). На Верх-Тарском месторождении промышленно-нефтегазоносными комплексами являются верхнеюрский (горизонт Ю<sub>1</sub>) и палеозойский (пласт М). Основным источником УВ для залежи горизонта Ю<sub>1</sub> служит рассеянное органическое вещество (РОВ) баженовской свиты. РОВ в этих отложениях сапропелевого типа, следовательно, пороговая температура очагов генерации нефти баженовской свитой равной 85 °С.

## Метод палеотемпературного моделирования

Восстановление термической истории материнской баженовской свиты выполнено методом палеотемпературного моделирования [4]. Одно из краевых условий модели определяется температурой поверхности осадконакопления и задается в виде кусочно-линейной функции векового хода температур на поверхности Земли.



Обзорная схема района исследований: 1 – структуры: а – I порядка, б – II порядка, в – промежуточные; 2 – разрывные нарушения; 3 – месторождение углеводородов и его условный номер (8 – Верх-Тарское); 4 – исследуемая скважина Верх-Тарской площади; 5 – речная сеть; 6 – административная граница между Новосибирской и Томской областью

Схема расчета палеотемператур состоит из двух этапов. На первом – по распределению температур  $T_i$  в скважине рассчитывается тепловой поток  $q$  через поверхность подстилающего основания, таким образом решается обратная задача геотермии. На втором этапе с известным значением  $q$  решаются прямые задачи геотермии – непосредственно рассчитываются температуры  $U$  в любых заданных точках осадочной толщи  $Z$  в любые заданные моменты геологического времени  $t$ .

Для решения обратной задачи геотермии – определения теплового потока из основания  $q$  в качестве «наблюдаемых» используем как измерения пластовых температур, полученные при испытаниях скважин, так и палеотемпературы, рассчитанные по ОСВ.

## Результаты моделирования геотермического режима

Решение прямых задач геотермии выполнено на 46-ть ключевых моментов геологического времени, соответствующих временам начала/завершения формирования каждой свиты и точкам «излома» векового хода температур на земной поверхности (табл. 1). По геотемпературному критерию главной зоны нефтеобразования (ГЗН) [1] выделены очаги интенсивной генерации баженовских нефтей.

## Анализ термической истории баженовской свиты

Моделирование разреза свидетельствует о том, что в *Варианте 1* материнская свита «пережила» самую короткую и самую холодную главную фазу нефтеобразования.

Таблица 1

*Расчетные геотемпературы баженовской свиты скв. Верх-Тарская 7*

Время, млн лет назад	Вековой ход температур на поверхности Земли, °C		Глубина положения баженовской свиты, м	Геотемпературы баженовской свиты, °C			
	«Стандартный»	«Местный»		Без учета палеоклимата (Вариант 1)	Без учета палеоклимата, без учета ОСВ (Вариант 2)	Учет палеоклимата, «стандартный» ход температур (Вариант 3)	Учет палеоклимата, «местный» ход температур (Вариант 4)
0	+2	0	2441	88	82	85	82
0,005	+2	+3	2441	88	82	85	82
0,03	+2	-2	2441	88	82	85	81
0,05	+2	-1	2440	88	82	85	81
0,07	+2	-4	2440	88	82	85	80
0,09	+2	-1	2440	88	82	85	81
0,11	+2	-4	2440	88	82	85	81
0,13	+2	-1	2439	88	82	85	80
0,15	+2	-4	2439	88	82	85	81
0,19	+2	-9	2439	88	82	85	82
0,21	+2	-6	2438	88	82	85	83
0,235	+2	-10	2438	88	82	85	82
0,24	+2	0	2438	88	82	85	84
1,64	+2	+1	2421	87	82	84	84
3,1	+2	+2	2421	87	82	84	86
3,2	+2	+2	2420	87	82	85	87
3,8	+5	+12	2420	87	82	87	93
4,7	+4	+3	2420	87	82	86	86
5,2	+4	-3	2420	87	82	86	87
5,7	+4	+7	2420	87	82	86	90
6,3	+4	+10	2420	87	82	86	91
7	+4	+4	2420	87	82	86	87
20	+7	+15	2419	87	82	89	98
24	+8	+16	2419	87	81	90	99
31,5	+9	+17	2302	82	77	86	95
32,3	+10	+16	2289	82	77	87	94
34	+12	+15	2276	81	76	88	92
37,6	+15	+14	2250	80	75	90	90
41,7	+19	+12	2219	79	74	94	87
42	+20	+11	2218	79	74	94	86
46	+21	+8	2203	78	73	94	82
54,8	+21	+19	2169	77	72	93	92
58	+20	+24	2160	76	72	92	97
61,7	+20	+22	2149	76	71	91	94
73	+20	+15	2045	72	67	87	84
73,2	+20	+16	2043	72	67	87	84
86,5	+20	+22	1981	69	65	85	87
89,8	+20	+22	1819	63	59	79	82
90	+20	+23	1815	63	59	79	82
91,6	+20	+22	1786	59	55	76	79
114,1	+20	+21	940	31	29	49	50
118	+20	+19	939	31	29	49	48
120,2	+20	+19	938	31	29	49	48
132,4	+20	+19	265	9	8	28	27
136,1	+20	+19	214	7	6	26	25
145,8	+20	+19	29	1	1	21	20
Расчетный тепловой поток $q$ , мВт/м <sup>2</sup>				52	49	49	49

*Примечание.* Заливкой показаны температуры главной зоны нефтеобразования (ГЗН), темной заливкой – абсолютный палеотемпературный максимум ГЗН, серой заливкой – относительные палеотемпературные максимумы ГЗН.

*Вариант 2* показывает, что баженовская свита практически не входила в ГЗН. Это не согласуется с установленной нефтегазоносностью пласта Ю<sub>1</sub>. В *Вариантах 3 и 4* баженовская свита имеет «богатые», но разные термические истории ГФН.

Таблица 2

*Сопоставление измеренных и расчетных геотемператур*

Глубина	Измер. темпер. °С	Способ измерения	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4	
			Расчет. °С	$\Delta t$ °С	Расчет. °С	$\Delta t$ °С	Расчет °С	$\Delta t$ °С	Рас- чет.°С	$\Delta t$ °С
Скважина Верх-Тарская 7										
2485	85	Пластовые	89	+4	84	−1	86	+1	83	−2
2485	86	Пластовые	89	+3	84	−2	86	0	83	−3
2488	80	Пластовые	89	+9	84	+4	86	+6	83	+3
2735	106	По ОСВ	89	−17	−	−	99	−7	108	+2

Сопоставление расчетных и измеренных геотемператур (табл. 2) показывает, что в *Варианте 1* «невязка» решения обратной задачи геотермии достигает 14–17 °С. Что является неприемлемым результатом. *Вариант 2* показывает, что имеет место минимальная «невязка». Эта согласованность кажущаяся, т.к. получаемая при этом термическая история (табл. 1) не согласуется с результатами испытаний пласта Ю<sub>1</sub>. В *Вариантах 3 и 4* «невязки» решений обратных задач приемлемы, т. к. измеренные и расчетные геотемпературы имеют погрешность порядка  $\pm 2$  °С. Можно отметить, что «невязки» в случае учета палеоклимата по «местному» ходу температур на земной поверхности (*Вариант 4*) заметно меньше.

### Заключение

Показано, что неучет палеоклимата не позволяет адекватно восстановить термическую историю нефтематеринских отложений. Установлено, что при определении ресурсов УВ на землях юга Западной Сибири предпочтительно применять «местный» вековой ход температур на земной поверхности, построенный для южной палеоклиматической зоны Западной Сибири. Это позволит более корректно учесть историю главной фазы нефтеобразования и не завышать/занижать прогнозные ресурсы, определяемые объемно-генетическим методом.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00080 мол\_а*

### Литература

1. Бурштейн Л.М., Жидкова Л.В., Конторович А.Э., Меленевский В.Н. Модель катагенеза органического вещества (на примере баженовской свиты) // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 6. – С. 1070–1078.
2. Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. – М.: Научный Мир, 2007. – 456 с.
3. Гольберт А.В. Основы региональной палеоклиматологии. – М: Недра, 1987. – 222 с.
4. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.
5. Исаев В.И., Рылова Т.Б., Гумерова (Искоркина) А.А. Палеоклимат Западной Сибири и реализация генерационного потенциала нефтематеринских отложений // Известия ТПУ. – 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 93–102.
6. Лобова Г.А., Осипова Е.Н., Криницина К.А., Останкова Ю.Г. Влияние палеоклимата на геотермический режим и нефтегенерационный потенциал баженовской свиты (на широтах Томской области) // Известия ТПУ. – 2013 – Т. 322. – № 1. – С. 45–50.